APPLIKATIONSBERICHT /
APPLICATION NOTE

#3875

# Maßgeschneiderte Polymermaterialien aus Mikrofluidik-gesteuerten Prozessen

**N. NIEDLING, L. ZIMMERMANN, J. THIELE**
**Otto-von-Guericke Universität Magdeburg, Institut für Chemie**

Die Kombination aus Foto- und Softlithographie unter Verwendung des Elastomers Polydimethylsiloxan (PDMS) ist ein weithin etabliertes Verfahren zur Herstellung maßgeschneiderter Mikroflusszellen/ Mikroreaktoren für die Mikrofluidik. Um diese herzustellen werden mikrostrukturierte Oberflächen mit PDMS abgegossen. Das PDMS muss beim nachfolgenden Aushärteprozess blasenfrei sein, damit die zu kopierenden Mikrostrukturen keine Defekte aufweisen [1]. Dafür ist es essentiell, dass Luftblasen, die beim Vermengen des PDMS-Oligomers und seines Quervernetzers – insbesondere bei Verwendung eines Spatels o.ä. – eingetragen werden, vor dem Abguss der lithographisch gefertigten Mikrokanalstruktur entfernt werden. Ein beispielhaftes Mikrofluidikbauteil ist in Abb. 1 dargestellt. Diese Mikroreaktoren werden von Nutzer*Innen wie unserer Forschungsgruppe eingesetzt, um beispielsweise uniforme Polymermikropartikel mit sehr enger Größenverteilung herzustellen [2]. Für diesen Anwendungszweck verwenden wir Mikroflusszellen aus PDMS, welches aus einem Mischungsverhältnis von 10 Teilen PDMS-Präpolymer (Sylgard 184) und einem Teil Aushärter angesetzt wird. Die Homogenisierung dieser viskosen Mischung erfolgt mit einem Thinky Mixer ARE-312 (siehe Abb. 2) unter Anwendung des folgenden Protokolls.

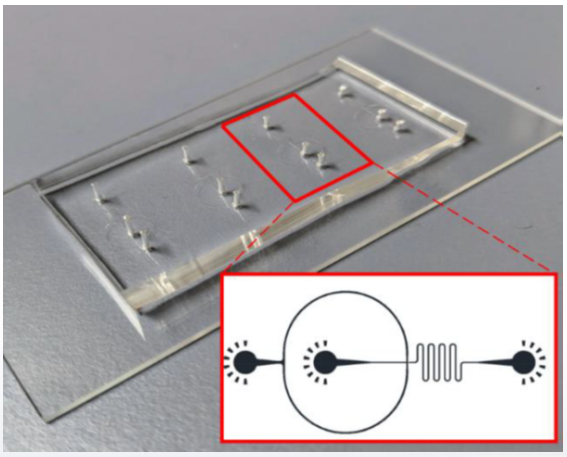

*Abb. 1: Beispielhafter Mikrofluidchip aus PDMS*




*Abb. 2: Der verwendete THINKY-ARE-312*

COMPETENCE CREATES CONFIDENCE

*Mischprogramm (Protokoll):*

*Schritt 1: Mixing, 120 s, 2.000 rpm*
*Schritt 2: Defoaming, 120 s, 2.200 rpm*
*Schritt 3: Entgasen der Gussmasse bei Unterdruck (5 min, ca. 50 mbar im Exsikkator)*

Dieses Protokoll wurde dem einfach erscheinenden, händischen Mischen mit einem Spatel, gefolgt von der oben beschriebenen Unterdruckbehandlung zum Austreiben gelöster Luftblasen gegenübergestellt und empirisch verglichen. Beim händischen Mischen ergab sich ein hoher Luftgehalt in der PDMS-Mischung (s. Abbildung 3a). Die eingeschlossene Luft war auch nach längerer Standzeit nicht aus dem PDMS entwichen und konnte ebenfalls nicht vollständig durch die anschließende Behandlung bei Unterdruck entfernt werden, sodass diese beim fertigen Chip noch enthalten war (s. Abb. 3d). Nach Homogenisieren mit dem Thinky Mixer ARE-312 wurde eine blasenfreie PDMS-Mischung erhalten (s. Abb. 3b).

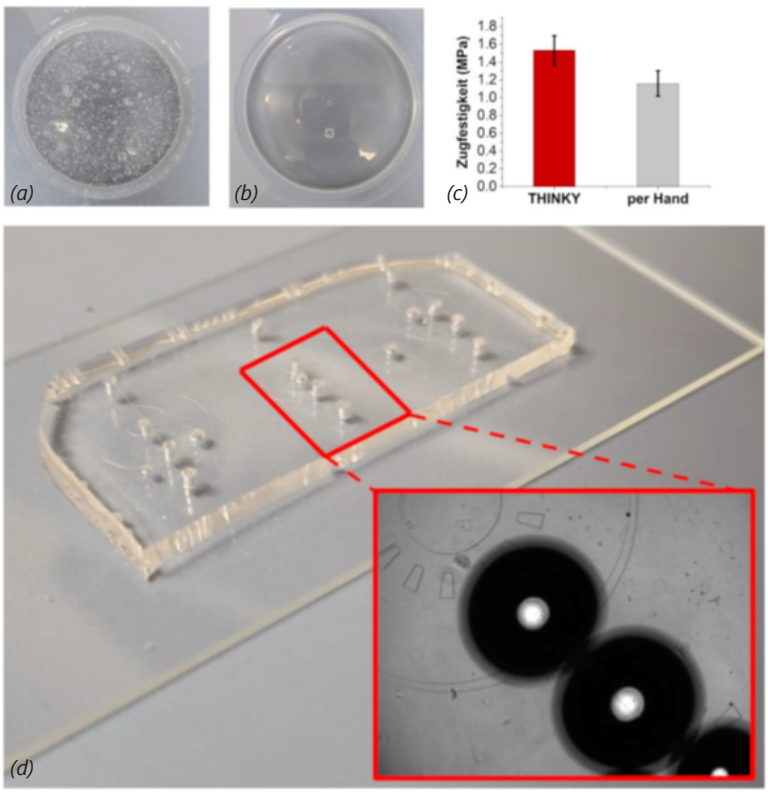


*Abb. 3: PDMS-Gussmasse im Vergleich beider Mischmethoden: (a) händisch und (b) mittels THINKY ARE-312; (c) Vergleich der Zugfestigkeit der ausgehärteten PDMS-Masse; (d) durch händisches Mischen hergestellter, fehlerhafter Mikroreaktor mit Lufteinschlüssen.*

Weiterhin wurde die Zugfestigkeit des PDMS untersucht. Aus der ausgehärteten Gussmasse wurden Prüfkörper ausgeschnitten. Durch mechanische Zugproben wurde die maximal mögliche Kraft vier dieser untersuchten handgemischten und Thinky-gemischten Prüfkörper ermittelt und durch Normierung auf den Durchschnitt des Probenquerschnitts der Durchschnitt der Zugfestigkeit ermittelt. Dabei ergab sich, dass die mittels Thinky gemischten Proben eine bis zu 17,2 % höhere Zugfestigkeit aufwiesen, als die händisch gemischten, was ebenfalls für eine homogenere Gussmasse spricht (s. Abbildung 3c).

Abschließend lässt sich feststellen, dass die Homogenisierung von PDMS-Mischungen mit einem Orbitalmischer wie dem Thinky ARE-312 Lufteinschlüsse vermeidet und erste Ergebnisse außerdem darauf hinweisen, dass die mechanischen Eigenschaften von PDMS-Bauteilen (wie den von uns hergestellten Mikroflusszellen) aufgrund einer wesentlich besseren Durchmischung ebenfalls optimiert werden können. Die so erhaltenen Mikroflusszellen waren weniger anfällig für Rissbildung und widerstandsfähiger gegen mechanische Einflüsse (z.B. Druck).

*[1] D. C. Duffy, J. C. McDonald, O. J. Schueller, G. M. Whitesides, Analytical chemistry 1998, 70, 4974.*
*[2] A. Kaufmann, M. Vigogne, T. A. Neuendorf, M. Reverte-Lopez, G. Rivas, J. Thiele: Polymer microgels as synthetic mimics to study nucleoid-associated protein-DNA interactions, ACS Synth. Biol. 2023, accepted. DOI: 10.1021/acssynbio.3c00488.*